COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Chevreul** donne lecture d'une Note sur les *subsistances et l'alimentation;* cette Note ayant été perdue par la personne qui s'était chargée de la remettre à l'imprimerie, elle sera reportée au prochain numéro du *Compte rendu*.

MÉCANIQUE. — *Sur la déviation des projectiles à ailettes; par* **M. Faye**.

« On sait que les boulets cylindro-coniques à ailettes tirés au moyen de canons rayés ne restent pas dans le plan vertical du tir, mais dévient de plus en plus de ce plan en décrivant dans l'espace une courbe à double courbure. Cette dérivation se subdivise en deux parts : l'une, très-petite et purement apparente, est due, comme Poisson l'a démontré, au mouvement de rotation de la Terre ; l'autre a été attribuée à un mouvement de précession de l'axe du projectile, provenant de ce que la résultante des actions de l'air résistant ne passe pas par son centre de gravité.

» La première se calcule aisément : elle est à peu près égale à autant de fois la 18000e partie de la portée qu'il y a de secondes dans la durée du trajet. Cette déviation a toujours lieu, pour notre hémisphère, à droite du plan de tir quel que soit son azimut.

» Mais la seconde dépend du sens de la rotation du projectile, c'est-à-dire du sens des rayures héliçoïdales du canon. Pour les canons de la marine (1), où ces rayures vont de droite à gauche, en dessus, la dérivation se fait à gauche ; pour ceux de l'artillerie de terre, où les rayures vont de gauche à droite, la déviation a lieu à droite. Les dérivations de ces deux sortes de projectiles diffèrent donc du double de la déviation due à la rotation terrestre, c'est-à-dire de 30 mètres environ pour une portée de 7000 mètres parcourue en 36 secondes. En d'autres termes, le boulet de la marine dévie à gauche, dans ces circonstances, d'environ 310 mètres lorsque le boulet de l'artillerie de terre dévierait à droite de 340 mètres (2). Il serait peut-être à désirer qu'on adoptât un seul et même système, afin de rendre applicables à l'une de ces armes les expériences et même les approvisionnements de l'autre ; mais il m'a semblé qu'il serait plus utile de rechercher la cause de cette singulière déviation et de la supprimer si cela était possible, sans demander des changements impraticables aujourd'hui.

» On comprendra encore mieux l'intérêt de cette question si l'on veut bien se rendre compte de la complication que ce phénomène a introduite dans le pointé. Pour en tenir compte, on a dû adjoindre à la hausse verticale qui sert à régler l'inclinaison du canon, une réglette horizontale graduée le long de laquelle on fait glisser le cran de mire, à droite pour les pièces de la marine, à gauche pour celles de l'artillerie de terre, jusqu'au point fixé par les tables de tir. Ces tables numériques résultent d'ailleurs d'expériences préalables pour divers calibres, expériences où il a fallu faire varier la charge, l'inclinaison et le poids du projectile. Leur emploi est assez sûr quand on a le bonheur de rencontrer des poudres de même force. Toujours est-il qu'il y a à tenir compte à chaque pointé de deux éléments à la fois, l'inclinaison de l'axe du canon, et la dérivation (sans parler de la direction et de la force du vent), éléments variables avec le poids du projectile, la charge et la portée.

« Enfin, si l'on parvenait à réaliser les grandes portées que le célèbre ingénieur anglais M. Withworth ne désespère pas atteindre un jour avec ses engins puissants et que j'ai cru moi-même, il y a trente ans, réaliser par

---

(1) Comme celui de l'amiral Labrousse, dont j'ai étudié l'affût dans ma Note du 3 octobre dernier (*Comptes rendus*, p. 455-460):

(2) En outre, sur le développement du cylindre de l'âme, la transformée des rayures est une courbe tangente à l'origine aux génératrices, et non une droite comme dans les canons de l'artillerie de terre.

l'union de la force de projection ordinaire avec la force de réaction des fusées de guerre, la dérivation des projectiles rotatoires, qui croît bien plus vite que le carré du temps, deviendrait un obstacle sérieux à la précision, à moins qu'on ne tînt compte, dans la formation des tables, d'une foule de circonstances accessoires.

» Poisson a le premier traité la question dans son Mémoire sur les projectiles; mais, de son temps, on ne connaissait ni les canons rayés, ni les boulets cylindro-coniques à ailettes. Je remarquerai seulement que notre illustre géomètre admet, pour les balles de fusil rayé tournant de gauche à droite, une dérivation vers la gauche de quelques millimètres seulement à 250 mètres, tandis que des expériences plus récentes ont donné constamment des dérivations d'un demi-mètre vers la droite. Il semble ainsi que la question traitée par Poisson n'est pas tout à fait en rapport avec la nôtre.

» Dans un Mémoire très-intéressant inséré aux *Annales de l'École Normale,* un jeune professeur, M. Gauthier, a développé l'analyse de Poisson en s'attachant à mettre en relief le double mouvement conique de nutation et de précession que la résistance de l'air tend à imprimer aux boulets allongés et tournant autour de leur axe de figure. Il a donné les expressions analytiques de ces mouvements en tenant compte des termes les plus influents, puis il a introduit dans ses formules quelques données numériques partiellement applicables à l'obus de 12, de manière à contrôler jusqu'à un certain point ses résultats par l'expérience. L'accord n'est pas très-satisfaisant.

» En réfléchissant à cette question qui intéresse la précision du tir à longue portée, j'ai été conduit à penser que si les forces considérées dans cette analyse tendent effectivement à donner à l'axe ces mouvements coniques de nutation et de précession, les choses ne peuvent se passer pourtant comme dans le cas d'un boulet sphérique ou d'une toupie tournant sur un plan fixe dans un air immobile, car la résistance de l'air exaltée par l'énorme vitesse du projectile doit, en vertu de la forme même de ce dernier, annuler ces tendances aussitôt qu'elles commencent à se manifester. En outre la déviation vers la droite ne dépend pas autant qu'on l'a cru de la situation du centre de gravité par rapport au centre de figure, puisque l'obus creux de 19 ou de 27, et le boulet plein de même forme ont à peu près les mêmes déviations dans toute l'amplitude observée (1600 mètres). Il y a donc lieu de croire que le phénomène de la dérivation tient à quelque circonstance négligée dans les travaux que je viens de citer.

» Effectivement il en existe deux dont l'influence ne saurait être contestée, et qui n'ont pu figurer dans ces recherches, à savoir la partie conique ou plutôt ogivale du projectile cylindrique et les ailettes dont il est armé. Or cette figure joue ici un grand rôle; non-seulement elle réduit beaucoup les effets directs de l'air tout en permettant d'augmenter la masse du projectile, ce qui a singulièrement accru les portées, mais surtout elle présente une direction de moindre résistance si tranchée, que la moindre déviation de l'axe accroît presque subitement la résistance en présentant à la pression de l'air toute la surface du demi-cylindre. On sait en effet aujourd'hui que le frottement d'un gaz sur une paroi solide et unie est peu de chose, et que la résistance résulte bien plutôt de la pression qu'il exerce plus ou moins obliquement sur cette paroi et de la masse d'air mise en mouvement. Il suit de là que dans le mouvement d'un pareil projectile lancé dans le sens de son axe, il existe une cause énergique qui tend à régler à chaque instant la direction de l'axe. On s'explique ainsi le fait le plus caractéristique du mouvement des boulets cylindro-coniques dont l'axe ne se meut pas, comme il le devrait, parallèlement à lui-même : la force exercée par l'air incline cet axe simplement dans la direction de la tangente à la trajectoire, de sorte qu'un pareil boulet marche toujours comme une flèche, la pointe en avant; quant à la tendance à tourner précessionnellement, sous l'angle de tir, autour de la verticale du centre de gravité, elle est incessamment détruite par l'énergique résistance de l'air.

» Les ailettes à leur tour exercent une action complexe qui dépend de leurs surfaces multipliées, et de la grande vitesse de translation et de rotation de nos projectiles. A raison de 100 tours par seconde, par exemple, les ailettes d'un boulet de 19 frappent l'air avec une vitesse de 60 mètres par seconde. Elles ne gardent pas longtemps cette vitesse-là; la résistance de l'air l'amoindrit bien vite, plus vite même en proportion que la vitesse de translation, mais, quand on pense à la masse d'air sans cesse renouvelée que les ailettes font tourbillonner, on ne peut s'empêcher de croire qu'il pourrait y avoir là quelque cause cachée de déviation. D'autre part certaines faces de ces ailettes s'opposent plus ou moins directement au mouvement de translation, puisqu'elles frappent l'air en ce sens avec une vitesse de 3 à 400 mètres par seconde.

» A la vérité ces ailettes sont distribuées uniformément en deux rangées de 4 ou de 6 sur le pourtour de la partie cylindrique du boulet : quand une des faces est en haut, il y en a une autre en bas dans une position symétrique. Si donc l'air était homogène tout autour du projectile, les forces

de résistance transportées parallèlement à elles-mêmes au centre de gravité s'y détruiraient deux à deux, il n'y aurait pas de résultante perpendiculaire au plan du tir. Mais en réalité il existe entre les couches supérieures et inférieures une différence sensible de pression dont la cause principale vient d'être indiquée. Si l'air n'existait pas, l'axe de rotation se transporterait parallèlement à lui-même, quel que fût l'angle de tir. Comme cet axe s'incline continuellement sur la tangente à la trajectoire, en vertu de la résistance de l'air, il faut que la pression de l'air sur le demi-cylindre inférieur soit bien plus forte que dans la région opposée, où il se forme une sorte de vide. Or cet excès de pression qu'il ne faut pas confondre avec la faible poussée de l'air se maintient dans toute la durée du trajet, car à chaque instant l'axe tend à conserver sa direction actuelle et n'en change progressivement que parce qu'une force agit sur lui.

» Il résulte de là divers effets. 1° En ce qui concerne la rotation, ces effets peuvent se réduire à un couple dont l'axe est vertical et à une petite force perpendiculaire au plan de tir; celle-ci doit contribuer à la déviation observée, tandis que l'action directrice du couple est incessamment détruite par l'énergique action que l'air exerce dans le sens opposé au mouvement du projectile. 2° En ce qui concerne le mouvement de translation, dont l'influence est de beaucoup la plus forte, nous trouvons que chaque ailette porte, soit primitivement, soit par usure sur les raies de l'âme de la pièce, une face inclinée parallèlement à ces raies, face qui fait l'effet d'un petit gouvernail. Les faces situées en dessous ayant bien plus d'action que celles d'en haut à cause de l'excès de pression, ce sont les premières qui doivent réagir sur la direction du projectile. Or, si en haut les faces héliçoïdales des ailettes vont de gauche à droite, celles d'en bas se trouveront disposées en sens inverse, et la pointe du projectile devra dévier constamment vers la droite, comme le ferait la proue d'un navire dont on tournerait le gouvernail dans le même sens. Ici il ne s'agit plus d'un faible couple contre lequel réagit facilement l'action directrice de l'air; c'est l'action directrice de l'air elle-même qui fonctionne en un sens légèrement oblique au plan du tir et qui oblige le projectile à s'en écarter peu à peu.

» Cette explication est assez bien confirmée par un phénomène bien connu des navires à hélice qu'elle a rappelé aussitôt à mon esprit. On sait en effet que l'hélice propulsive ne pousse pas rigoureusement le navire suivant l'axe, mais un peu vers tribord quand l'hélice est de gauche à droite comme celle des ailettes de boulet (artil. de terre), de telle sorte que le navire dévierait de plus en plus vers la droite, à la manière de nos projectiles, s'il n'était

maintenu par une action légère, mais constante, que le timonier doit exercer sur le gouvernail. On explique ce singulier effet par la différence de pression qui existe entre les couches d'eau où se meuvent les palettes verticales supérieure et inférieure de l'hélice.

» Malgré cette analogie, il faut signaler ici une différence, ou du moins une condition particulière au boulet. Si au sortir de la pièce le boulet avait acquis exactement et s'il conservait ensuite la vitesse de rotation correspondante au pas des rayures et à la vitesse de projection, l'air ne choquerait pas la paroi héliçoïdale des ailettes; il glisserait simplement sur cette paroi. Mais cette vitesse de rotation n'est pas complétement atteinte, et d'ailleurs elle se ralentit bien vite, plus vite en proportion que la vitesse de translation : aussi l'air frappe-t-il en réalité les ailettes dès le début et détermine ainsi une dérivation d'abord insensible, mais bientôt plus accusée et croissant continuellement.

» Il y aurait un moyen bien simple de soumettre cette explication à l'expérience : ce serait de placer les deux couronnes d'ailettes à égale distance du centre de gravité. Dans leur disposition actuelle, l'une de ces rangées correspond à peu près à ce point et n'agit dès lors qu'à la façon d'un gouvernail placé juste au centre d'un navire. Toutefois il resterait encore un certain transport de tout le boulet vers la droite, dont j'ai indiqué plus haut la cause principale.

» Il serait bien préférable de supprimer les ailettes elles-mêmes dont la présence doit paraître nuisible indépendamment de toute théorie. C'est sans doute dans cette vue que M. Withworth les a remplacées par des faces héliçoïdales qui guident le boulet à l'intérieur d'un canon dépourvu de rayures, mais dont l'âme est engendrée par le mouvement héliçoïdal d'un certain polygone. De même certaines nations ont évité les ailettes en adoptant des projectiles entourés d'une chemise de plomb et forcés dans un canon à rayures multiples. Mais ces combinaisons diverses laissent encore prise à l'action de l'air. Il vaudrait mieux, ce me semble, conserver intacte la forme cylindro-conique et trouver le moyen de se débarrasser des ailettes au sortir de la pièce, soit en les faisant trancher, soit en les plaçant sur une sorte de sabot que le boulet abandonnerait au sortir de la pièce. Dans la première solution, il suffirait, je crois, de donner aux rainures, près de la bouche, une plus grande profondeur, et à la paroi sur laquelle l'ailette s'appuie le tranchant convenable. Le métal des ailettes étant bien plus mou que celui de la pièce, ce travail n'absorberait guère de force vive. Le boulet débarrassé de ces huit ou douze saillies de 5 ou 6 millimètres conserverait

plus longtemps sa vitesse, et, si ma théorie est vraie, il n'éprouverait que des déviations tout à fait insignifiantes.

» Dans la seconde solution, une unique rangée d'ailettes serait portée par une plaque d'acier portant des tenons engagés dans le culot de l'obus, et faisant ressort à la manière des calottes sphériques appliquées aux tampons des locomotives. L'explosion aplatirait le ressort en faisant pénétrer ses tenons plus avant dans les mortaises de l'obus, puis au sortir de la pièce, l'élasticité du ressort le ferait rejaillir en arrière du projectile. A la vérité cette disposition serait bien éloignée du centre de gravité et il faudrait peut-être adoucir les frottements par une exécution plus soignée ou par l'étamage de la surface (1).

» En résumé j'ai voulu montrer que la dérivation ne provient probablement pas d'un phénomène de précession, ce qui rendrait la dérivation inévitable quelle que fût la forme de nos boulets, mais en grande partie des appendices fixés autour du projectile actuel, en sorte qu'en supprimant ses huit ailettes on ferait disparaître dans le tir une cause d'erreur ou de complication et, de plus, une perte notable de force vive. Cette théorie et les procédés qu'elle suggère sont très-faciles à contrôler par l'expérience. En tout cas il est bon de se rendre un compte exact des motifs qui peuvent avoir décidé les nations étrangères à remplacer nos ailettes par une disposition qui donne à l'air moins de prise, et j'ai cru qu'il ne serait pas inutile de rechercher les moyens de faire encore mieux, dans un moment où les hommes spéciaux, absorbés par des préoccupations plus graves, ne sauraient consacrer leur temps à des études pareilles dont je suis loin de me dissimuler les difficultés. »

---

(1) Ce dernier procédé s'appliquerait aisément, sans ressort, au projectile mixte auquel j'ai fait allusion au début, et qui devait être composé d'un obus ordinaire cylindro-conique dont la partie cylindrique se prolongerait bien au delà de la base, sur 20, 30 ou même 40 centimètres de longueur. Ce prolongement devant contenir une charge bien régulièrement tassée de fusée ordinaire, il fallait la soustraire à l'influence de l'explosion. C'est à quoi je croyais parvenir, il y a trente ans, en plaçant en avant un obturateur très-épais, percé d'un très-petit orifice et s'appuyant sur une petite charge intermédiaire de poudre ordinaire. Celle-ci, en faisant explosion, devait chasser l'obturateur et mettre régulièrement le feu à la fusée. Il serait facile dès lors de placer une rangée d'ailettes sur le pourtour de cette pièce; seulement il conviendrait, vu la longueur excessive du projectile, de placer une seconde rangée d'ailettes, vers le centre de gravité. La permanence de l'axe et la régularité de la réaction produite par la matière fusante étant assurées par la rotation de ce projectile, il y a lieu de croire que la force additionnelle qu'il emporterait avec lui et qui commencerait à agir au bout d'un temps déterminé compenserait la résistance de l'air et même accroîtrait notablement la vitesse, de manière à fournir des portées considérables.

« M. le Secrétaire perpétuel, désirant faire cesser tous les doutes que l'intéressante Lettre de M. Hachette (1) pourrait faire naître au sujet de la date véritable à laquelle se rapporte l'invention de Meusnier, donne lecture à l'Académie de quelques passages du tome III des *OEuvres de Lavoisier*.

» L'ancienne Académie des Sciences avait formé une Commission pour s'occuper des recherches relatives aux aérostats. Celle-ci, dès la première séance, entendait une lecture de Lavoisier qui précisait, en quelques mots, les conditions du problème de la construction et de la direction des ballons. Si le manuscrit de Lavoisier ne fût pas resté inédit durant quatre-vingts ans, la connaissance des principes qu'il précisait eût épargné peut-être bien d'inutiles tentatives, et provoqué des recherches mieux combinées. Aux quatre questions qu'il met en évidence comme fondamentales, on pourrait en ajouter deux qui sont nouvelles et nées des circonstances présentes; mais le moment n'est pas encore venu de dire comment il y a été répondu.

PROCÈS-VERBAUX.

« Première séance des Commissaires nommés par l'Académie pour les machines aérostatiques, tenue à l'hôtel de La Rochefoucauld, le 27 décembre 1783, et à laquelle ont assisté : MM. le duc de La Rochefoucauld, Le Roy, de Condorcet, Tillet, l'abbé Bossut, Lavoisier, Brisson, Berthollet et Coulomb.

» M. Lavoisier a fait lecture de l'écrit qui suit :

RÉFLEXIONS

SUR LES POINTS PRINCIPAUX QUI DOIVENT OCCUPER LES COMMISSAIRES NOMMÉS POUR LES MACHINES AÉROSTATIQUES.

» La perfection dont les machines aérostatiques sont susceptibles dépend
» principalement de quatre choses :

» La première, de trouver une enveloppe qui réunisse la légèreté à la
» solidité et qui soit imperméable à l'air et surtout à l'air inflammable,
» même sous une charge d'un demi-pouce de mercure;

» La seconde, de trouver un gaz léger, facile à obtenir partout et en
» tout temps, et qui ne soit pas dispendieux;

» La troisième, de trouver un moyen de faire monter et descendre la
» machine à volonté, dans une limite de deux à trois cents toises, sans
» perdre ni le gaz, ni le lest;

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 31 octobre 1870, p. 583.

» La quatrième, enfin, de trouver un procédé facile pour la diriger.

» Sur le premier objet, on a proposé les étoffes de soie d'un tissu plus » serré que le taffetas, et l'on pense qu'en les pénétrant de vernis à la » gomme élastique et en appliquant deux épaisseurs l'une sur l'autre, on » aurait une enveloppe qui tiendrait exactement l'air; c'est un sujet de » recherches à faire.

» Sur le second objet, il est démontré que l'on peut retirer une quantité » très-considérable de gaz de presque toutes les substances animales et » végétales.... M. Berthollet a rendu compte des expériences qu'il a faites » pour déterminer la pesanteur spécifique des différents gaz inflammables. » Celui du charbon de terre s'est trouvé le plus léger; son poids est le tiers » de celui de l'air ordinaire.

» Sur le troisième objet, M. Meusnier a indiqué des moyens sûrs. On ne » peut douter, d'après ce qu'il en fait connaître, qu'en supposant une » enveloppe capable de contenir du gaz inflammable sans perte, lorsqu'il » pèse sur elle avec une force de six lignes de mercure, il ne puisse donner » à la machine la faculté de descendre ou de monter à volonté, et dans » une latitude assez étendue.

» Enfin, en employant la force des hommes, il paraît constant qu'on » pourra l'écarter de la direction du vent sous un angle de plusieurs » degrés. »

» M. le Secrétaire perpétuel ajoute que le procédé de Meusnier est d'ailleurs décrit dans la relation de l'ascension qu'il fit à Saint-Cloud, le..., au moyen de la combinaison du ballon à gaz et de la poche à air faisant fonction de vessie natatoire. »

« **M. Chevreul**, après avoir entendu la communication si intéressante de M. le Secrétaire perpétuel, lui demande si, dans les papiers qu'il a examinés, il n'y en a pas qui aient trait à la pensée d'après laquelle les frères Montgolfier ont été conduits à imaginer leur montgolfière? M. Chevreul se trouvant, en 1803, dans un salon de la rue de Caumartin, n'a jamais oublié avoir entendu dire à une personne qui tenait de très-près aux frères Montgolfier, que, voyant les nuages élevés dans l'atmosphère, ils se demandèrent si, en les renfermant dans une enveloppe imperméable de manière à composer un système dont le poids fût moindre que celui du volume d'air qu'il déplacerait, il ne s'élèverait pas dans l'atmosphère? C'est cette idée qu'ils réalisèrent en brûlant, sous l'ouverture inférieure d'un globe rempli d'air,

de la paille humide et de la laine; ils formèrent ainsi de la *vapeur* dite *vésiculaire*, c'est-à-dire de la fumée, ou plutôt un *nuage*. Si M. Chevreul avait pu oublier cette conversation, elle lui eût été rappelée par son confrère M. Girard, l'ingénieur, qui, au grand étonnement de M. Chevreul, se trouvait avec lui dans le salon de la rue de Caumartin. »

« **M. Dumas** espère que le passage suivant donnera satisfaction à l'illustre Doyen de la Section de Chimie, dont il confirme entièrement les souvenirs et les opinions; voici, en effet, ce qu'on lit dans le même document que je viens d'invoquer, après un historique des tentatives ayant l'aéronautique pour objet :

« Tel était l'état de nos connaissances sur cet objet, lorsque MM. de
» Montgolfier commencèrent à s'en occuper : il paraît que le point de vue
» sous lequel ils envisagèrent ce grand problème, d'élever des corps dans
» l'air, fut celui des nuages; de ces grandes masses d'eau, qui, par des
» causes que nous n'avons pas encore pu démêler, parviennent à s'élever
» et à flotter dans les airs à des hauteurs considérables. Occupés de cette
» idée, ils pensèrent aux moyens d'imiter la nature, en donnant des enve-
» loppes très-légères à des nuages factices et en contre-balançant la pression
» d'un air lourd par la réaction ou l'élasticité d'un air plus léger.... »

(*Œuvres de Lavoisier*, t. III.)

» **M. Chevreul** remercie M. Dumas avec une vive satisfaction, certain qu'il est à présent de pouvoir citer un exemple de plus à l'appui de l'opinion qu'il existe un certain nombre d'inventions dont le point de départ a été une opinion erronée. Ainsi les frères Montgolfier sont partis d'une idée inexacte, lorsqu'ils ont considéré la *fumée* ou, ce qui est la même chose, la *vapeur vésiculaire* ou le *nuage* comme plus léger que l'air, car tout le monde sait aujourd'hui que la *fumée* d'une cheminée, comme la *vapeur aqueuse visible du nuage*, ne s'élèvent dans l'atmosphère que sous l'impulsion d'un courant d'air chaud.

» M. Chevreul jusqu'à ce moment même éprouvait toujours une vive contrariété lorsqu'il parlait de l'idée qui avait conduit à l'invention de la montgolfière comme erronée, faute de pouvoir citer à l'appui de cette manière de voir un témoignage écrit de la valeur du document que M. Dumas vient de lire. M. Chevreul se rappelle bien avoir vu des passages du XIe volume de la correspondance littéraire de Grimm (édition de 1830) relatifs à la découverte des frères Montgolfier, mais ils sont assez

confus et il s'y trouve plusieurs erreurs. S'il est question de *nuage* et surtout de *fumée* dans un passage, on trouve plus loin une explication très-exacte de l'ascension de la montgolfière, puisqu'elle est attribuée exclusivement à l'air chaud contenu dans la machine (1).

ÉCONOMIE DOMESTIQUE DES ANCIENS. — *Note sur quelques documents relatifs à l'économie domestique et aux denrées alimentaires en Égypte sous les Ptolémées; par* **M. Egger.**

« Parmi les deux cents papyrus, ou environ, écrits en langue grecque, que nous ont rendus, depuis cinquante ans, les tombeaux de l'Égypte ancienne, on sait que le plus grand nombre sont des documents finan-

---

(1) Après la séance de l'Académie, je n'ai rien eu de plus pressé que de revoir le XIe volume de la correspondance littéraire de Grimm et de m'assurer de l'exactitude de ce que j'avais dit à la séance. Je vais indiquer les pages où se trouvent les citations que j'ai produites, mais il est un fait dont j'avais perdu le souvenir et qui, dans la circonstance actuelle, n'est pas sans intérêt; c'est que les frères Montgolfier ont imaginé la *montgolfière* dans un but de guerre, comme on le verra par la citation suivante. Il s'agissait alors du siége de Gibraltar.

T. II, p. 420 : Grimm, en parlant de la découverte des frères Montgolfier, dit « que » leur machine aérostatique, qui s'éleva dans les airs à Annonay le 5 de juin 1783, était » en toile et en papier, *remplie de gaz inflammable* », ce qui est faux.

P. 424. « ... ce qui les engagea (les frères Montgolfier) dans cette recherche, ce fut le » *désir d'imaginer pour le siége de Gibraltar quelque ressource plus heureuse que celle des* » *batteries flottantes.* »

L'origine du ballon se lie donc à l'*idée de la guerre!*

On lit, même page : « Une pièce de taffetas que MM. Montgolfier avaient fait venir de » Lyon pour en faire tout simplement des doublures d'habits, leur parut beaucoup mieux » employée à des expériences de physique », passage qui n'est pas d'accord avec celui de la page 420.

P. 425. « ... On sait aujourd'hui qu'ils s'étaient procuré le gaz dont ils l'avaient » rempli par un procédé fort simple et peu dispendieux : en faisant brûler de la paille hu- » mide et différentes substances, telles que la laine et d'autres matières, de matières de » graisse plus ou moins inflammables. »

« ... Il ne faut donc qu'un *peu de fumée* pour opérer le plus beau prodige. »

Page 447, on lit la véritable explication de l'ascension.

« ... Il va lui adapter une plate-forme en fer sur laquelle on pourra brûler la paille, » seul agent qu'il emploie, dont l'effet est de *raréfier l'air atmosphérique contenu dans* » *cette machine, ce qui suffit pour l'élever et la soutenir autant de temps qu'on pourra ali-* » *menter le feu.* »

La diversité de ces passages ne montre-t-elle pas la difficulté d'écrire l'histoire des sciences et les recherches nombreuses qu'exige la vérité du récit?

ciers : lettres administratives, reçus, actes d'enregistrement, d'ordonnancement, etc. La plupart ont été déchiffrés et commentés avec succès, et ils ont fourni une riche moisson de faits et de renseignements aux savants qui reconstituent l'histoire de ce pays sous la domination grecque, notamment à M. G. Lumbroso, auteur d'un Mémoire sur ce sujet que l'Académie des Inscriptions a couronné en 1869 (1). Toutefois, il est une classe de ces documents dont l'interprétation laisse beaucoup encore à désirer; ce sont les comptes de dépense domestique, dont de précieux fragments existent dans nos collections parisiennes, dans celle du Musée de Leyde et dans celle du *British Museum*. A ces fragments vient s'en ajouter un aujourd'hui, que M. Lumbroso n'a pu connaître et qui mérite une étude particulière : c'est un rouleau, donné en 1866, à l'Université d'Athènes par M. Sakkinis, et dont M. Albert Dumont, alors membre de notre École Française, avait pris une copie fort exacte, qu'il a bien voulu me communiquer en m'autorisant à en faire part au public. Je prendrai occasion de cette intéressante découverte pour jeter un coup d'œil sur l'ensemble des comptes de dépense épars dans les diverses collections de l'Europe et pour résumer les données historiques qu'ils nous apportent sur la vie journalière des deux populations réunies et souvent confondues sous le gouvernement des Ptolémées. Plusieurs de ces données, se rapportant à l'habillement et à l'alimentation, se trouvent nous offrir aujourd'hui une sorte d'opportunité qui en augmente l'intérêt. C'est ce qui m'encourage à les soumettre au jugement de nos confrères de l'Académie des Sciences.

» Les comptes dont il s'agit proviennent presque tous du même fonds, je veux dire des archives du Sérapéum, de ce temple où vivaient, et en assez mauvaise intelligence, des reclus et des recluses de race grecque avec des fonctionnaires égyptiens. Le rouleau conservé aujourd'hui à l'Université d'Athènes n'a peut-être pas une autre provenance, mais il est certainement d'une autre main que les comptes conservés à Paris (2), à Leyde (3) et à Londres (4), et il a cela de particulier qu'il nous offre, avec

---

(1) *Recherches sur l'économie politique de l'Égypte sous les Lagides*. Turin, imprimerie royale, 1870, in-8°. — Une mention honorable fut accordée, dans le même concours, à un Mémoire de M. F. Robiou, qui n'a pas encore été publié.

(2) Publiés par l'Académie des Inscriptions, dans le tome XVIII des *Notices et Extraits des Manuscrits*.

(3) Publiés par M. Leemanns, à Leyde, 1833, in-4°.

(4) Publiés par M. Forshall, à Londres, 1839, in-folio; commentés, mais seulement jusqu'au n° XVIII, par M. Bernardino Peyron, à Turin, 1841, in-4°.

peu de lacunes, pour seize jours d'un même mois (un mois d'été), la dépense d'une famille ou d'un groupe de personnes qui vivaient en commun, peut-être même d'une seule personne. Dans toutes ces pièces, les chiffres de chaque article sont souvent difficiles à lire ou à interpréter; la quotité de chaque denrée n'est pas mise en rapport avec un chiffre déterminé de consommateurs; cela ne permet que rarement de fixer avec certitude la valeur des objets mentionnés et d'en tirer les éléments d'une statistique régulière; enfin, beaucoup de mots, d'origine grecque ou égyptienne, désignent des objets qui nous sont inconnus. Mais, malgré ces incertitudes et ces lacunes, la seule mention de tant d'objets de consommation est pour nous très-instructive, comme on va le voir.

» Environ cent objets de dépense figurent dans ces comptes : vêtements, denrées alimentaires, combustible ou vases pour l'aménagement et la préparation de ces aliments, salaires de divers services, gages et intérêt d'argent prêté, etc.

» Parmi les vêtements je citerai : des robes, tuniques et toiles, surtout faites de lin, et, entre autres, une espèce de couverture dont la mention ne se trouve nulle part ailleurs dans les textes anciens : c'est celle qui servait pour la nuit (ὀθώνιον ἐγκοιμήτριον); on en connaît le prix, qui est de 1000 drachmes de cuivre, c'est-à-dire environ 12 francs de notre monnaie. Puis, des serviettes dont quatre sont cotées 220 drachmes, soit environ 2f 40c; des toiles teintes, avec la pourpre, qui, sans doute, servait à la teinture. A ces mentions se rattache le blanchissage, désigné encore aujourd'hui par le même mot (πλύσιμον) en grec moderne.

» Parmi les ustensiles et les matières premières de l'industrie : la brique, les sacs et les corbeilles, les vases de cuivre, les burettes, la lampe, les mèches et l'huile à brûler; cette huile, appelée *kiki* et employée aussi pour la toilette (1), est distincte de l'huile à manger ou huile d'olive, et quelquefois de sésame, et chacune des deux espèces paraît avoir été l'objet d'une industrie particulière (κικιουργός, ἐλαιουργός) ; l'encens pour les sacrifices; le bois, et peut-être ce que nous appelons les *fagots*, qui se vendaient dans un magasin spécial.

» A ces dépenses se rattachent : les prix de certains services, comme ceux du boulanger, du foulon, du forgeron, du teinturier, du maçon chargé de crépir un mur, du baigneur, de l'ouvrier qui porte et qui coupe le bois, et de celui qui enlève les immondices; la location d'une échelle,

---

(1) DIODORE DE SICILE, *Bibliothèque historique*, I, 34; STRABON, *Géogr.*, XVII, p. 824.

la contribution aux frais de certaines fêtes, le nolis d'une embarcation sur le Nil, les frais d'étape d'un soldat, ce qui me rappelle qu'un autre document gréco-égyptien nous a révélé l'existence en ce pays d'un corps analogue à notre *infanterie de marine* (ναυκληρομάχιμοι).

» Les denrées alimentaires sont nombreuses et variées. Commençons par celles de première nécessité. Le blé et la farine, puis le pain, quelquefois spécifié par l'adjectif *simple* ou *pur*, pour le distinguer, sans doute, des gâteaux, parmi lesquels je crois reconnaître un gâteau au miel (μελίτωμα), et d'un autre pain de luxe appelé *cyllestis* (1); l'eau, et une liqueur fermentée que désigne le mot ζύτος ou ζύτον, et dans la composition de laquelle entrait l'orge, avec le fruit du mûrier.

» Le vin, comme cette espèce de bière, deux fois mentionné parmi les rations distribuées soit à des hommes de garde, soit à des espèces de douaniers ou inspecteurs de la navigation (Papyrus du Louvre, p. 347. Cf. p. 335, note 1). On sait par d'autres témoignages, notamment par celui de l'Inscription de Rosette (lignes 15 et 30) que la culture de la vigne avait, en Égypte, une grande importance.

» Le vin et le *zytos* étaient soumis à des impôts. L'impôt sur le *zytos* s'appelait ζυτηρά et paraît avoir donné au fisc royal un revenu considérable, à en juger par le règlement financier dont le Papyrus LXII du Louvre nous a conservé de nombreux fragments.

» Le miel, cité auprès des μελιτωματα, dans une pièce du Musée de Leyde, était l'objet d'un commerce spécial; le producteur de miel (mot à mot *d'abeilles*, ou *apiculteur*, comme nous disons aujourd'hui) s'appelait μελισσουργός.

» Le lait, mentionné une seule fois dans nos comptes, le lait cuit avec le froment formait une bouillie qui paraît avoir été fort en usage dans l'économie domestique des Égyptiens, et que les documents de Leyde et de Paris, d'accord avec une glose du Lexique d'Hésychius, nomment *athera :* c'était peut-être un rafraîchissant. Au contraire, le χάκις, mentionné une fois dans l'un des Papyrus du Louvre, était, au témoignage du géographe Strabon (2), un pain de nature astringente; mais on en ignore la composition.

» Le sel et le nitre, peut-être compris quelquefois dans une expression collective qui répond à notre français *condiment, assaisonnement*, comme

(1) Hérodote, II, 77, et les textes réunis par les interprètes sur ce passage.
(2) XVII, p. 824.

ὄψον (mot à mot *ce qui est cuit*) et ὀψώνιον répondent à peu près au français vulgaire *fricot*, par opposition au pain sec (1).

» Les légumes, entre lesquels sont spécialement cités : l'ail, la laitue, la poirée, le chou, le fenouil et la nigelle.

» Les fruits, entre lesquels la figue, la grenade, la datte, un cucurbitacée (κολόκυνθον) qui était peut-être le melon ou le pastèque, la noix.

» Les racines, parmi lesquelles je ne relève sûrement que les raves et les radis; mais peut-être y faut-il ajouter le *papyrus*, souvent mentionné dans les comptes de Paris et de Londres; car on sait que la racine de ce précieux végétal contribuait à la nourriture des habitants de l'Égypte (Hérodote, II, 92). Un seul scrupule m'arrête à cet égard : c'est que parmi les objets cités dans les comptes du rouleau Sakkinis se trouve l'encre, mot à mot le *noir*, μέλαν, d'où les mots composés μελάμβροχον, qui a le même sens, et μελανουργός, *fabricant d'encre* (2). Si les *papyri* en question étaient du papier pour écrire, il ne manquerait plus que le *calamus*, mentionné d'ailleurs dans un autre document de la Collection du Louvre (p. 324), pour compléter l'appareil d'un scribe égyptien. Mais, à vrai dire, les mots χάρτης ou βίβλος sont beaucoup plus usités, surtout avant l'ère chrétienne, que πάπυρος pour désigner le papyrus en tant que matière servant à l'écriture.

» Les viandes (κρέα) sont fréquemment mentionnées, celle de bœuf et celle de mouton d'abord; un bœuf est évalué à environ 245 fr. de notre monnaie; puis, et très-fréquemment, la *chair d'oie*. On sait, par de nombreux témoignages, que, de toute antiquité, l'oie fournissait aux habitants de la vallée du Nil un de leurs principaux aliments : dès la Ve dynastie, les tombes du Haut Empire nous montrent à l'œuvre le nourrisseur d'oie, celui que les documents grecs (*Papyrus du Louvre*, p. 134, 142, 145, 303) appellent χηνοβοσκός, et qui employait, pour engraisser sa volaille, les moyens violents usités encore de nos jours; c'est ce qu'on peut voir, entre autres, par les peintures murales du tombeau de Ti que reproduisait, en 1867, à notre Exposition universelle, l'une des parois intérieures du Temple égyptien si industrieusement élevé sous la direction d'Aug. Mariette-Bey.

---

(1) Dans le centre de la France, c'est le mot *frippe* qui est employé en ce sens (voir le *Glossaire* du comte Jaubert).

(2) Ces deux derniers mots nous sont fournis par un lexique inédit de Julius Pollux (IIIe siècle après J.-C.) que publie, en ce moment, dans les *Notices et Extraits des Manuscrits*, M. Boucherie, professeur au Lycée de Montpellier.

» Il paraît que, comme chez nous aussi, les bouchers égyptiens utilisaient les entrailles du bœuf et du mouton, car les documents de Leyde mentionnent deux fois des *sphlangnides* ou *splanchnides*, ce que l'on traduirait volontiers en français par le mot *tripes*. Sur quelques peintures, reproduites dans l'ouvrage de S. Gardner Wilkinson (1), on croit reconnaître, parmi d'autres produits culinaires, des rouleaux fort semblables à nos boudins ou à nos saucissons.

» Les salaisons (*tarichos*) reviennent fréquemment dans le rouleau Sakkinis; et la profession de saleur (*taricheutes*) n'est pas moins souvent mentionnée dans les documents grecs de provenance égyptienne, sans qu'on y distingue la nature des substances soumises à cette préparation ; et cependant il nous importerait souvent de distinguer entre le saleur de comestibles et l'embaumeur, qui sont tous deux désignés par le même mot. Le poisson aussi, que ne mentionne expressément aucun de nos comptes, doit être quelquefois compris sous le nom générique de salaison, car il comptait pour une bonne part dans l'alimentation des Égyptiens (Hérodote, II, 92, 93). Le métier de pêcheur est souvent mentionné par nos documents grecs du Louvre (p. 137, 139, 148), et les produits de la pêche paraissent avoir été soumis à un impôt particulier (*Ibid.* p. 365).

» Mais, pour ne pas trop allonger cette Note, il est temps que je donne deux ou trois des comptes journaliers du rouleau Sakkinis et un court résumé des mentions qui y sont les plus fréquentes. Cela fera saisir dans son ensemble l'économie d'un de ces modestes ménages dont les registres de dépense sont parvenus jusqu'à nous par une heureuse fortune, à travers tant de destructions.

1er *Mésori*.
Pains,
Salaison,
Bois,
Melon,
(Une ligne peu lisible).

2e *Mésori*.
Pains,
Opson,
Bois,
Assaisonnements,
Poirées.

3e *Mésori*.
Pains,
Huile,
Bois,
Melons,
Assaisonnements,
Légumes,
(Une rature),
Encre.

---

(1) *Manners and Customs of the ancient Egyptians*, t. II, p. 382 et suiv. Si je ne men-

» Le registre continue jusqu'au seizième jour avec cette sobriété de détail et cette uniformité, sauf l'indication de cinq ou six noms de fournisseurs ou d'intermédiaires entre le consommateur et le fournisseur. Le pain y reparaît seize fois; les légumes et l'*opson* treize fois, ainsi que le bois; les salaisons douze fois, l'huile de *kiki* cinq fois (1); les autres objets moins fréquemment : tout cela donne l'idée d'un régime singulièrement simple, mais qui peut sembler encore nourrissant, vu la douceur du climat en Égypte.

» On voudrait, maintenant, en évaluer la dépense en monnaie de notre temps. Mais, même si l'on pouvait toujours déchiffrer sûrement les signes numériques qui suivent chaque article ou qui résument la dépense de chaque jour, il nous manquerait encore un élément nécessaire à l'évaluation désirée : je veux dire la quantité de bois, de pain, de salaison, etc., dont le prix est brièvement indiqué. C'est là une ressemblance de plus avec nos livres de cuisine, où bien des détails sous-entendus sont aujourd'hui suppléés sans peine par ceux qui écrivent de tels livres et qui payent la dépense. Mais cette ressemblance ne rend que plus difficile la tâche des interprètes. Heureusement, on peut espérer que la comparaison, poursuivie avec patience, de ces documents grecs et des documents nombreux en langue égyptienne qui appartiennent à la même classe, permettra d'arriver peu à peu, sur ce sujet, à des conclusions de plus en plus intéressantes, parce qu'elles seront de plus en plus précises.

» Le court aperçu qui précède n'avait pour objet et ne pouvait avoir pour résultat que d'attirer l'attention des savants sur un ordre de faits peu étudiés jusqu'ici, et qui méritent de trouver place dans un tableau général de la vie journalière des peuples anciens. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'importance actuelle des questions se rattachant à l'hygiène publique et privée et notamment la question des* hémostatiques *et des* désinfectants, *et sur le* phénol sodique. Note de **M. P. Bobœuf**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Bussy, St. Laugier, Bouley.)

« Le *phénol sodique* fournit à la fois à la chirurgie un *hémostatique*

---

tionne pas ici la chair de porc, c'est que l'usage alimentaire paraît en avoir été fort restreint, chez les Égyptiens, par des motifs religieux (Hérodote, II, 47).

(1) Je ne tiens pas compte des mentions qui font partie d'un résumé à la fin du mois.

puissant et un *désinfectant* précieux n'ayant pas, comme le perchlorure de fer, l'iode et autres agents généralement employés, l'inconvénient grave d'irriter les plaies et de nuire à leur cicatrisation. Il est donc appelé à rendre, dans les hôpitaux et ambulances, les plus importants services, si l'on se décide à en faire usage pour les pansements et à utiliser ses propriétés hémostatiques, désinfectantes et cicatrisantes.

» Dans le même ordre d'idées, le phénol sodique constitue à lui seul la pharmacie de poche que devrait porter tout combattant afin de pouvoir arrêter, par un pansement provisoire, les hémorrhagies qui entraînent si souvent la mort à la suite de blessures légères.

» Pour remédier efficacement aux causes d'insalubrité existantes, pour combattre l'épidémie variolique, pour prévenir l'accroissement des chances de mortalité pouvant résulter, soit de l'invasion d'autres épidémies, dyssenterie, choléra, etc., soit de l'encombrement des habitations, casernes, campements, hôpitaux et ambulances, en un mot pour neutraliser toutes les influences pernicieuses qui peuvent compromettre la santé de la capitale, il est nécessaire d'employer, sous les diverses formes indiquées, et surtout en arrosages et pulvérisations, à l'effet d'assainir l'air et d'y détruire tous les agents d'infection, les sels alcalins d'acide phénique, sels dont le phénol sodique est le type le plus parfait, parce que seuls ces sels possèdent une énergie d'action et des propriétés hygiéniques suffisantes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Tellier** écrit à l'Académie pour formuler, en quelques mots, les conclusions de sa Note précédente sur l'emploi de la glace dans les amputations. Ces conclusions sont les suivantes :

« 1° L'emploi de la glace, tel qu'il se pratique actuellement, amène inévitablement la condensation des vapeurs que contient l'air et par conséquent l'entraînement des miasmes tenus par lui en suspension;

» 2° Le produit de cette condensation vient imbiber la plaie et y porter l'influence délétère de l'air des hôpitaux; par conséquent, loin de la préserver, on y apporte ainsi les miasmes pestilentiels qu'il importe tant d'écarter;

» 3° Enfin, comme remède à cet état de chose, j'indique l'emploi de l'air froid *sec*, et le moyen de le produire aisément. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. BRACHET adresse une nouvelle Lettre relative à divers projets d'appareils aérostatiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. VARENNE adresse une Note sur la navigation aérienne, accompagnée d'un croquis représentant les principales particularités de son système.

(Renvoi à la même Commission.)

M. DEBRUGE adresse une Note relative à un ballon dirigeable. L'auteur se propose d'abord d'établir l'impossibilité de diriger les aérostats tels qu'ils ont été compris jusqu'à ce jour. Il développe ensuite un projet de ballon d'un nouveau modèle.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

ART MILITAIRE. — *Sur la force de la poudre et des matières explosives.* Note de M. BERTHELOT (*).

« 1. La force de la poudre dépend de diverses données, parmi lesquelles le volume des gaz dégagés et leur température jouent un rôle fondamental : cette température, la grandeur des pressions sous un certain volume, enfin le travail mécanique peuvent être calculés d'après la quantité de chaleur développée pendant la combustion de la poudre.

» 2. C'est ainsi que MM. Bunsen et Schischkoff (**) ont trouvé que 1 gramme de poudre dégage $619^{cal},5$ en brûlant sous la pression atmosphérique; le volume des gaz dégagés était de 193 centimètres cubes (à zéro et $0^{m},760$) dans les conditions de leurs expériences, qu'ils ont achevé de définir par l'analyse complète des produits brûlés. Ils ont évalué la chaleur spécifique moyenne de ces produits, pris sous volume constant, à 0,1855 et ils ont calculé *la température de combustion de la poudre, dans un espace égal à son propre volume*, en divisant 619,5 par 0,1855; soit 3340 degrés.

(*) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(**) *Pogg. Ann.*, t. CII, p. 321, 1857.

Ils évaluent ensuite le volume occupé par les gaz, dans cette condition, à $0^{cc},584$, déduction faite du volume occupé par le résidu solide, et ils calculent la pression en multipliant le rapport 193 : 0,584 par $1 + \alpha.3340$; ce qui conduit à 4374 atmosphères.

» Tel est le calcul des auteurs et il a servi de type aux calculs analogues faits depuis sur diverses matières explosives.

» 3. Ayant été conduit par les circonstances présentes à m'occuper de la fabrication des poudres et des canons, il m'a semblé que le calcul précédent était défectueux, parce que *la température de combustion* était calculée *pour un volume égal à celui des gaz de la poudre, mesurés à zéro et sous la pression atmosphérique, au lieu d'être calculée pour un volume égal à celui de la poudre elle-même.* En d'autres termes, les auteurs ont négligé la chaleur qui se dégage lorsque 193 centimètres cubes des gaz de la poudre sont réduits par la compression à $0^{cc},584$. Or la quantité ainsi négligée est énorme; elle est décuple environ de la quantité dont on tient compte. Je vais la calculer d'après la théorie mécanique de la chaleur.

» 4. Soient v_1, p_1, t_1 le volume, la pression et la température d'une certaine masse gazeuse; si on l'amène à un volume v_2, sans lui fournir ni lui enlever de chaleur, les nouvelles pression et température, p_2 et t_2, sont données par les formules connues

$$(1) \qquad p_2 = p_1 \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k;$$

$$(2) \qquad 1 + \alpha t_2 = (1 + \alpha t_1)\left(\frac{v_1}{v_2}\right).$$

Posons :

$k = 1,41$, rapport théorique des deux chaleurs spécifiques pour les gaz;

$\alpha = \frac{1}{273}$;

c, la chaleur spécifique moyenne des produits de la combustion, sous volume constant;

Q_1, la quantité de chaleur recueillie dans le calorimètre, lorsque la combustion d'un kilogramme de poudre a lieu sous la pression atmosphérique et avec développement d'un volume de gaz égal à v_1 (en litres et à zéro).

t_1 sera la température acquise par les gaz, sous le volume constant v_1, et par l'influence de la quantité de chaleur Q_1; ce qui donne les

relations :

(3) $$t_1 = \frac{Q_1}{c};$$

(4) $$p_1 = 1 + \alpha t_1 = 1 + \frac{1}{273}\frac{Q_1}{c} \text{ (en atmosphères)};$$

et par suite

(5) $$p_2 = \left(1 + \frac{1}{273}\frac{Q_1}{c}\right)\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{1,41};$$

ou bien encore

(6) $$p_2 = (1 + \alpha t_2)\frac{v_1}{v_2}.$$

(7) $$273 + t_2 = \left(273 + \frac{Q_1}{c}\right)\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{0,41}.$$

» Soit enfin Q_2 la quantité totale de chaleur dégagée par 1 kilogramme de poudre, lorsque les gaz de la combustion sont réduits à 0 degré et au volume v_2, on aura

(8) $$Q_2 = ct_2,$$

c'est-à-dire

(9) $$273c + Q_2 = (273c + Q_1)\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{0,41},$$

(10) $$Q_2 \times 425^{\text{kgm}} = \Theta,$$

travail maximum qui puisse être produit par 1 kilogramme de poudre, brûlant dans le volume constant v_2, sans changement de température.

» Ces formules peuvent servir à calculer la loi théorique de détente des gaz de la poudre et leur réaction sur le projectile, pourvu que l'on connaisse la vitesse avec laquelle les gaz prennent naissance, celle du projectile dans le canon, enfin la quantité de chaleur transformée à chaque instant en travail mécanique. Mais je ne veux pas entrer dans cette discussion. Je signalerai seulement une conséquence importante des formules, relative à la comparaison de deux substances explosives différentes.

» 5. Pour une même valeur de $\frac{v_1}{v_2}$, les variations des quantités Θ, Q_2, t_2 et p_2 sont du même ordre que celles de la quantité Q_1, lorsque cette quantité est considérable, sans lui être pourtant rigoureusement proportionnelles.

» En d'autres termes, si le rapport entre le volume des gaz (*) produits

(*) Réduits à 0 degré et $0^{m},760$.

par la réaction et la capacité dans laquelle la réaction s'effectue est le même pour un même poids de deux substances explosives différentes, l'effort exercé sur les parois et le travail maximum seront à peu près proportionnels aux quantités de chaleur mesurées dans le calorimètre des physiciens.

» 6. Il s'agit maintenant d'appliquer ces formules. D'après les données de MM. Bunsen et Schischkoff, on trouve

$$t_1 = 3340^{\circ},$$
$$p_1 = 13^{\text{atm}},23.$$

» Soit x le nombre de grammes de poudre contenu dans une capacité constante égale à 1000 centimètres cubes; on aura

$$\frac{v_1}{v_2} = 193\,\frac{x}{1000 - 0,416x},$$

d'après les hypothèses des auteurs; d'où résulte

$$\text{(I)} \qquad p_2 = 13,23\left(\frac{193x}{1000 - 0,416x}\right)^{1,41}.$$

Pour $x = 1000$,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{193}{0,584} = 330,5,$$

$$p_2 = 47000^{\text{atm}} \quad \text{au lieu de} \quad 4374,$$
$$t_2 = 38700^{\circ} \quad \text{au lieu de} \quad 3340,$$

$$Q_2 = 7\,180\,000^{\text{cal}}, \quad \Theta = 7\,180\,000 \times 425 = 3\,051\,500\,000^{\text{kgm}}.$$

» C'est le travail maximum que puisse effectuer, d'après les théories que nous avons admises, 1 kilogramme de poudre en brûlant dans un espace égal à 1 litre.

» 7. Comparons ces données avec les résultats que Rumfordt a obtenus, dans des expériences directes publiées en 1797 (*), et nous parviendrons à des aperçus inattendus sur les états de la matière soumise à des pressions et à des températures que l'on avait réputées jusqu'ici inaccessibles.

» Rumfordt a mesuré les pressions développées par divers poids de poudre brûlant dans une capacité constante. Un kilogramme de poudre, brûlant dans 1 litre, développerait ainsi 55000 atmosphères : chiffre qui n'est pas

(*) *Philos. Transact.*, 1797; — Piobert, *Traité d'Artillerie*, partie théorique, 2e tirage de la seconde édition, p. 321; 1869.

fort éloigné des 47 000 indiquées par notre calcul. Pour $x = 702$, l'expérience a donné 11 000; le calcul indique 21 800. A partir de $x = 500$ et au-dessous, Rumfordt a représenté ses nombreux résultats par la formule empirique

$$p_2 = 1,841\, x^{1+0,0004\, x}.$$

» Voici le tableau des résultats empiriques de Rumfordt, comparés avec les résultats calculés d'après la formule théorique (I).

TABLEAU (II).

Valeurs de x.	VALEURS DE p_2 D'APRÈS la formule (I).	Rumfordt.	Rapport.
1	atm 1,3	1,8	0,8
5	12,7	9,2	1,4
10	33,7	18,6	1,8
50	333	99	3,4
100	916	221	4,15
200	2640	590	4,45
500	11540	3200	3,6
702	21800	11800	2,0
1000	47000	55000	0,8

» D'après ce tableau, les résultats théoriques sont voisins des résultats réels, quand le poids de la poudre est faible; ils s'en écartent de plus en plus, à mesure que le poids augmente, jusqu'à dépasser 4 fois les valeurs empiriques; puis l'écart diminue, et l'égalité tend à se rétablir lorsque la poudre remplit presque entièrement la capacité du canon.

» 8. Sans garantir autrement l'exactitude des résultats empiriques de Rumfordt pour les hautes pressions, on peut cependant tirer des inductions intéressantes de la comparaison qui précède. En effet les nombres théoriques ont été calculés d'après la quantité de chaleur Q_1, mesurée à zéro et sous la pression d'une atmosphère. Or les composés observés dans ces conditions n'existent probablement pas en totalité à la haute température développée pendant la combustion de la poudre; ils sont remplacés sans doute, en tout ou en partie, par des combinaisons plus simples, conformément aux phénomènes de dissociation. Par suite, la quantité de chaleur correspondante aux réactions réelles est inférieure à Q_1; ce qui tend à rendre moins considérable la température maximum, ainsi que la pression correspondante. On comprend dès lors les écarts entre les valeurs théoriques et les valeurs empiriques : ces écarts vont d'abord en augmentant

avec les quantités de poudre employées, parce que la température s'élève de plus en plus, ce qui accroît la dissociation. Ainsi la température théorique t_2

Pour $x = 1$,	est égale à	....	1566°;
Pour $x = 10$,	elle atteint	....	4470°;
Pour $x = 100$,	»	....	12120°;
Pour $x = 500$,	»	....	25600°, etc.

» Les températures véritables sont assurément moins élevées; mais il suffit qu'elles augmentent avec les quantités de poudre brulées dans une capacité constante pour donner lieu à un accroissement dans les phénomènes de dissociation, au moins tant que la pression demeure comprise entre certaines limites. Cet accroissement dans les phénomènes de dissociation se traduit par l'accroissement du rapport inscrit à la quatrième colonne du tableau.

» 9. Cependant, au delà de 100 atmosphères ledit rapport tend à demeurer constant; puis il décroît et se rapproche de nouveau de l'unité. Pourquoi cette marche singulière? Elle résulte, à mon avis, du concours de deux circonstances.

» D'une part les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, à l'aide desquelles la formule théorique a été calculée, perdent de plus en plus leur signification physique pour des pressions aussi énormes que les pressions observées dans la combustion de la poudre. Étant donnés des gaz tellement comprimés, leur pression varie avec la température suivant une loi bien plus rapide que celle que nous avons admise. Les températures véritables sont donc beaucoup moins hautes que les températures calculées, et par suite les phénomènes de dissociation éprouvent un accroissement moins marqué.

» D'autre part ces mêmes phénomènes dépendent de la pression, aussi bien que de la température. L'état de combinaison des éléments, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus avancé que la pression est plus grande : relation facile à concevoir *à priori* et que confirment mes expériences relatives à la décomposition de l'acétylène en carbone et hydrogène sous diverses pressions par l'étincelle électrique (*). Or les pressions croissent en même temps que les températures, et même beaucoup plus rapidement, comme on vient de le dire : l'influence décomposante de la température pourra donc être compensée et au delà par l'influence inverse de la

(*) *Annales de Chimie,* 4e série, t. XVIII, p. 196.

pression. C'est précisément cette compensation qui me paraît écrite dans la quatrième colonne du tableau II et qui tend à rapprocher les pressions théoriques des pressions réelles, à mesure que la poudre brûle dans un espace plus voisin de son propre volume.

» 10. Les phénomènes de dissociation n'exercent pas seulement leur influence sur l'effort maximum que la poudre peut développer; mais ils interviennent encore pendant la première période de détente. A mesure que les gaz de la poudre se détendent, en agissant sur le projectile, ils se refroidissent : par suite les éléments entrent en combinaison d'une manière plus complète et avec formation de composés plus compliqués. De là résulte un nouveau dégagement de chaleur qui s'accroît incessamment pendant toute une période de la détente. En même temps que le rapport $\frac{v_1}{v_2}$ va en décroissant, la quantité de chaleur dégagée Q'_1 augmente sans cesse, pour une même valeur dudit rapport. Les pressions véritables seront donc toujours supérieures aux pressions qui pourraient être calculées d'après la quantité de chaleur dégagée réellement au moment de la température maximum, tandis qu'elles seront d'abord inférieures aux pressions calculées d'après la quantité Q_1 observée dans le calorimètre; mais ce dernier écart va en diminuant et finit par s'annuler, à mesure que le volume augmente, parce que la chaleur dégagée s'accroît, les réactions devenant plus complètes. La courbe des pressions véritables, exprimées en fonction des volumes, est d'abord plus tendue que la courbe des pressions théoriques, avec laquelle elle finit par se confondre tout à fait, lorsque l'état de combinaison des éléments est devenu le même qu'à la température ordinaire. D'où il suit que le projectile prendra dans le canon une vitesse initiale moindre que la vitesse calculée d'après Q_1; mais cette vitesse s'accroîtra suivant une progression plus rapide que celle qui résulterait d'une déduction fondée sur la connaissance pure et simple de la vitesse initiale ainsi calculée.

» 11. Au contraire la quantité de chaleur et par conséquent le travail maximum que la poudre puisse développer en brûlant dans une capacité constante peuvent être calculés indépendamment des phénomènes de dissociation, pourvu que l'état final de température et de combinaison des éléments soit exactement connu. Cette remarque est fondamentale.

» Dans une autre Communication, je comparerai les quantités de chaleur, les pressions et les travaux maximum pour les diverses poudres et matières explosives. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'analyse spectrale quantitative.* Note de **M. J. Janssen.**

« J'ai l'honneur de faire une première Communication à l'Académie sur une branche nouvelle de la spectrologie; je veux parler de l'analyse spectrale *quantitative*.

» Jusqu'ici, les méthodes optiques, dans leurs applications à la chimie, n'ont permis d'aborder que le côté qualitatif de l'analyse.

» Pour une classe nombreuse de corps, le spectroscope a fourni de précieuses indications sur leur présence ou leur absence dans un composé donné, mais il était impossible d'obtenir, par son aide, des données certaines sur les proportions suivant lesquelles ces corps se trouvaient associés. En un mot, l'analyse spectrale est restée jusqu'ici essentiellemeut qualitative; le moment semble venu de lui faire faire un pas de plus, en lui permettant d'aborder les déterminations *quantitatives*.

» Ce progrès semble d'autant plus désirable, que les méthodes chimiques de dosage sont insuffisantes dans bien des cas, notamment quand le corps à doser entre pour une proportion extrêmement faible dans le composé; ou bien encore, et c'est le cas pour le sodium, quand la substance ne donne que des dérivés d'une grande solubilité non susceptibles d'une séparation nette et rigoureuse.

» Cette Communication contient les résultats de mes premières études, et j'y expose le principe qui me paraît devoir servir de base à cette nouvelle branche de l'analyse. J'eusse désiré attendre encore et avoir un travail plus achevé à offrir à l'Académie; mais tout récemmment, M. Champion, chimiste distingué du laboratoire de M. Payen, me demanda à employer les nouveaux procédés à la recherche de la soude dans les végétaux. Il y avait là une application spéciale qui ne pouvait que faire progresser la question et montrer l'avenir dont elle était susceptible. Je communiquai donc mes résultats à M. Champion, persuadé qu'il aurait l'occasion de les perfectionner, et c'est ce qui est arrivé.

» Je fais dès maintenant cette publication, afin de permettre à M. Champion d'exposer ses recherches dont les résultats sont déjà intéressants.

» Avant d'aborder le principe de la méthode, je demanderai à reproduire ici une Note publiée au Congrès scientifique d'Exeter, en août 1869. Ce n'est pas encore l'analyse spectrale quantitative, mais c'est la solution

d'une question qui m'y a conduit, et qui n'était pas résolue jusqu'ici, à savoir la recherche de la soude par le spectroscope.

« *Note sur une nouvelle méthode pour la recherche de la soude et des composés du sodium par l'analyse spectrale.*

» On sait que la recherche de la soude présente, en analyse spectrale, des difficultés très-grandes qui tiennent à ce que la raie du sodium se retrouve dans presque toutes les flammes, en raison de la présence presque constante du sel marin dans l'atmosphère.

» Or, on peut lever facilement cette difficulté en employant, au lieu d'une flamme très-chaude et fort peu éclairante, comme celle de Bunsen, une flamme très-lumineuse, comme celle d'un bec de gaz ordinaire dans la partie la plus brillante.

» En effet, tandis qu'on aperçoit presque toujours la raie du sodium dans la partie bleue et transparente d'un bec de gaz, on ne la trouve plus dans la partie la plus lumineuse, à cause de l'abondance des rayons qui avoisinent la raie du sodium dans cette région.

» Voici donc la manière d'opérer :

» On dirigera le spectroscope sur la partie la plus brillante de la flamme, de manière à obtenir un spectre brillant et continu dans lequel la raie du sodium n'apparaisse pas sensiblement. On prendra un fil de platine qui aura été préalablement porté au rouge dans une flamme pendant quelques minutes, pour le débarrasser de toute poussière salée, et, avec ce fil, on portera une goutte de la solution à essayer dans la flamme du spectroscope. En cet instant, si la liqueur contient un composé du sodium réductible par la flamme, la raie D apparaîtra immédiatement. On peut rendre aussi peu apparente qu'on voudra la raie du sodium en employant les parties les plus brillantes des flammes, ou même en plaçant entre le spectroscope et la flamme d'essai une ou deux flammes auxiliaires qui rendront la raie D encore moins perceptible. Dans ce dernier cas, il faudra employer du sel en assez grande quantité dans la flamme d'essai pour voir apparaître la raie D dans le spectroscope. Si, au contraire, la liqueur ou le corps à essayer contient fort peu du composé sodé, on pourra employér une partie plus transparente de la flamme; dans tous les cas, il sera prudent de faire des expériences comparatives avec les fils de platine et de l'eau distillée, pour s'assurer que les raies qui apparaissent sont bien dues à la substance qu'on analyse.

» Je continue ce sujet, et j'espère arriver à une analyse *quantitative* des substances à analyser. (*Report of the Bristish association for the advancement of science*, 1869.) »

» On voit que l'esprit de ce procédé consiste à désensibiliser la flamme, de manière que le sodium accidentel ne puisse se manifester, et que la raie D apparaisse seulement si le corps contient normalement, et en quantité appréciable, la substance sodique.

» Appliqué à l'étude de quelques végétaux, le procédé a révélé la présence de la soude dans plusieurs de ceux pour lesquels la question paraissait douteuse. Ces résultats seront donnés plus tard.

» J'arrive maintenant à l'analyse quantitative.

» L'emploi des flammes auxiliaires, dont il vient d'être parlé, donne déjà une première solution de la question.

» Ces flammes doivent être très-lumineuses, et ne pas donner la raie D dans leur spectre; tel est le cas du gaz d'éclairage brûlant dans les becs ordinaires. On place les flammes auxiliaires entre la flamme d'essai et le spectroscope afin de noyer la lumière jaune du sodium dans une quantité plus ou moins grande de lumière ordinaire, ce qui permet d'atténuer, autant qu'on le veut, l'intensité relative de la raie D dans le spectre obtenu ou de ramener cette intensité à la même valeur relative, quelle que soit la richesse en soude de la liqueur essayée. Dès lors, si on fait des expériences avec des liqueurs sodiques titrées, et qu'on détermine pour chaque solution le nombre des flammes nécessaires pour ramener la raie D au même degré de visibilité (on peut choisir le moment où la raie D commence à se détacher sur le fond brillant du spectre), on obtiendra une relation qui permettra de prononcer sur la richesse d'une solntion sodique proposée.

» Tel est le premier procédé qui s'est offert à mon esprit, mais on peut en trouver un second dans la considération du temps que la substance sodique emploie à se volatiliser. Si, en effet, on place successivement dans une flamme des fils de platine trempés dans des solutions sodiques diversement riches, on constate que non-seulement l'abondance de la lumière jaune augmente avec la richesse de la solution, mais en outre que le temps pendant lequel cette lumière jaune persiste, dans la flamme, croît aussi dans les mêmes circonstances. On cherche ensuite expérimentalement la relation qui existe entre le temps qu'une solution donnée exige pour être entièrement volatilisée et sa richesse en substance sodique.

» Ces deux procédés sont purement expérimentaux. Je compte les étudier d'une manière plus approfondie afin de les rendre susceptibles d'une application précise. Mais déjà, il est possible de dégager de ce qui précède les bases générales de la nouvelle analyse. Ces bases me paraissent ressortir des considérations suivantes :

» Reprenons l'exemple choisi d'un sel de soude porté dans une flamme à base d'hydrogène.

» Le spectroscope indique d'une manière incontestable que c'est le sodium incandescent qui, dans cette circonstance, produit la lumière jaune communiquée à la flamme, lumière qui, par l'action du prisme, fournit presque exclusivement les deux composantes de la raie Fraunhoférienne D. Le sel de soude a donc été décomposé, et ses éléments dissociés. Le métal mis en liberté et porté à l'incandescence rayonne sa lumière caractéristique, et, trouvant ensuite de l'oxygène dans le milieu ambiant, il doit s'y combiner et se répandre dans l'atmosphère à l'état de composé so-

dique. L'existence du sodium libre a été temporaire, mais incontestable; toutes les molécules métalliques ont été successivement et pendant un certain temps mises en liberté.

» Or, pendant la période de cette mise en liberté, si l'on admet (ce qui peut être très-sensiblement réalisé dans une expérience bien conduite) que ces molécules passent par les mêmes phases d'incandescence et fournissent la même quantité de lumière, il en résultera que la quantité totale de lumière sodique émise par la flamme depuis le moment où le sel commence à se décomposer jusqu'à celui de son extinction, sera proportionnelle au nombre des molécules de sodium contenues dans le sel, et toute méthode qui fera connaître cette quantité totale, cette intégrale de force lumineuse, conduira à la détermination du poids de métal qui l'aura produite. C'est ainsi que la connaissance d'une quantité déterminée de matière peut être ramenée à des mesures photométriques.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que ces considérations s'appliquent sans modification à tous les corps donnant dans les flammes une émission lumineuse spécifique, tels que le lithium, le thallium, etc. Si le corps était libre et porté directement dans le foyer, comme ce serait le cas pour un métal placé dans l'arc électrique, le principe serait encore applicable, pourvu que la substance se volatilisât régulièrement, en sorte que toutes ses particules prissent successivement une part égale à l'émission lumineuse.

» Je me réserve de développer ce sujet et d'exposer plus tard les méthodes expérimentales qui me paraissent donner les meilleures applications des principes exposés. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *La lunette de rempart.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Faye.

« Il serait utile de pouvoir observer les mouvements de l'ennemi pendant l'attaque, en restant abrité derrière un rempart élevé et dépourvu d'embrasures, derrière un mur sans meurtrières ou au fond d'une casemate.

» Voici le principe d'un instrument que j'ai imaginé dans ce but. Au sommet d'un tuyau vertical sont placés un miroir plan incliné à 45 degrés et un objectif dont l'axe est horizontal et passe par le centre du miroir. Cet objectif est à court foyer, ce qui permet de donner à la lunette un champ considérable. Les rayons qui, partant des objets extérieurs, traversent l'objectif, sont réfléchis par le miroir et forment dans le tuyau, un peu

au-dessous du miroir, une image réelle de ces objets. Au milieu du tuyau se trouve un système lenticulaire convergent, ayant pour distance focale environ le quart de la hauteur du tuyau. L'image étant formée au-dessus de cette lentille, à une distance double de sa distance focale, une seconde image se forme au-dessous à la même distance, avec la même grandeur et en sens inverse. Mais, au bas du tuyau, est un second miroir plan, parallèle au premier. Les rayons se réfléchissent sur ce miroir avant de former la seconde image, et celle-ci se trouve reportée verticalement sur le côté. Enfin un oculaire ordinaire sert à observer cette image, qui est à droite. Le champ de l'instrument est le même que celui d'une lunette astronomique formée par l'objectif et l'oculaire, pourvu que le système convergent qui est au milieu et qui se comporte comme une lentille de projection ait un diamètre suffisant.

» Avec un système convergent, de 2 mètres de distance, focale on peut voir les objets extérieurs, en se tenant à une profondeur de 8 mètres.

» On peut, d'après le même principe, réaliser une chambre noire pour casemate. Il faut supprimer dans l'appareil précédent l'oculaire et le miroir inférieur, et employer des lentilles de 10 à 12 centimètres de diamètre. On obtient une image réelle d'un champ considérable, à la profondeur voulue. En disposant une troisième lentille convergente au-dessous du miroir, de façon que les rayons forment la première image réelle, après avoir traversé l'objectif, puis cette lentille, on diminue les aberrations et l'on augmente la clarté. Les essais que j'ai faits de cet appareil ont été très-satisfaisants. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement des feuilles des* Sarracenia. Note de **M. H. Baillon**, présentée par M. Brongniart.

« Les feuilles de forme exceptionnelle que portent les *Sarracenia* sont bien connues au point de vue de leur configuration extérieure, et l'on a bien distingué : le long cornet que représente leur portion principale, le couvercle, de forme variable, qui les surmonte, et même l'espèce de crête saillante qui s'étend tout le long de leur bord interne. Mais les botanistes ne sont pas d'accord sur la signification de ces différentes régions de la feuille. L'opinion la plus généralement acceptée sur ce point est celle qu'ont exposée, entre autres, A. Saint-Hilaire et M. Duchartre. « Que je » suppose à présent, dit le premier de ces savants (*Morphol. végét.*, 142), » les bords ailés du pétiole du *Citrus histrix* ou du *Dionæa* rapprochés et

» soudés, j'aurai la feuille du *Sarracenia*, formée d'une urne allongée, vé-
» ritable pétiole, et d'un couvercle, véritable lame. » Le second auteur dit de même (*Élém. de Bot.*, 308) : « On regarde généralement l'ascidie de ces
» plantes comme formée par le pétiole, et leur lèvre postérieure ou oper-
» cule comme représentant le limbe. » Les observations organogéniques pouvaient seules faire connaître ce qu'il faut admettre de ces interprétations. Aussi avons-nous étudié le développement des feuilles dans le *S. purpurea*, assez fréquemment cultivé dans notre pays. A leur premier âge, ces feuilles sont représentées par de petits mamelons, à surface d'abord convexe. Un peu plus tard, la base de ces organes se dilate un peu et devient légèrement concave en dedans; c'est le premier rudiment de la gaîne, portion de la feuille qui, nous le verrons, n'a aucun rapport, quoi qu'on en ait dit, avec la cavité de l'urne des *Sarracenia*. Cette portion vaginale, qui prendra plus tard un assez grand développement, se comporte ici comme dans tous les végétaux où elle existe, et n'a aucune influence sur la constitution de l'urne. Le premier indice de cette dernière est une petite dépression, une sorte de fossette, d'abord bien légère, qui se produit en haut et un peu en dedans du cône que représente la jeune feuille. Cette dépression n'est due en réalité qu'à une inégalité de développement dans les diverses portions du sommet de la feuille; et l'inégalité ne se produit qu'un peu tard, vers le sommet d'une feuille dont les portions pétiolaire et vaginale existaient déjà. A cet égard, les feuilles des *Sarracenia* se comportent à peu près comme celles des Nymphæacées, avec lesquelles elles ont d'ailleurs tant d'analogies. Si bien qu'à cet âge les jeunes feuilles coniques des *Sarracenia* ont la même apparence que celles des *Nepenthes*, mais pour une tout autre raison, si l'on admet, avec M. J.-D. Hooker, que l'urne de ces derniers est le résultat du développement considérable d'une glande. Ici, c'est bien la surface supérieure du limbe qui se trouve à ce moment réduite à une fossette; aussi cette dépression est-elle tapissée d'un épiderme qui est l'épiderme supérieur de la feuille, qui se développe d'autant plus que celle-ci grandit davantage, et qui même se couvre ensuite de poils dont la faculté sécrétante a été signalée par un grand nombre d'observateurs. Plus la fossette se creuse, plus le limbe de la feuille prend l'apparence de certaines feuilles peltées, telles que celles des *Nelumbo*, également fort voisins des *Sarracenia*. Le cône large et peu profond que forme le limbe foliaire des *Nelumbo* devient, dans les *Sarracenia*, plus profond et plus étroit, de façon à présenter définitivement la forme d'un long cornet obconique. En même temps que se produit cette déformation, la portion de la

feuille que l'on appelle l'opercule se dessine, d'une manière variable sans doute, dans les différentes espèces. On sait qu'il y a des feuilles peltées dont le limbe n'a pas un bord entier, mais est découpé en crénelures ou en lobes, et que parfois ces lobes sont inégaux, le terminal-médian pouvant être plus développé que les autres. C'est une des causes qui font que le pétiole ne s'insère pas au centre de figure du limbe pelté, mais plus près de sa base, laquelle est souvent plus ou moins profondément échancrée-cordée. Dans la feuille du *Sarracenia*, on pouvait s'attendre dès le début à voir un phénomène analogue se produire, parce que la fossette était entourée par un rebord plus épais en haut que sur les côtés et en bas. Cette inégalité ne fait que s'accentuer avec l'âge, et c'est le bord supérieur qui grandit le plus vite, s'étranglant ensuite un peu à sa base. Telle est l'origine du couvercle et des saillies latérales, plus ou moins prononcées, qui souvent l'accompagnent; ce sont donc, non un limbe, mais les lobes inégaux d'un limbe qui existait avant eux. Il reste à expliquer la signification de cette sorte de carène verticale qui longe le bord interne de l'urne. Cet organe existe, à l'état ordinairement rudimentaire, dans un grand nombre de feuilles peltées. On aperçoit souvent une nervure ou une crête saillante qui s'étend dans ces feuilles, sur la face inférieure du limbe, de l'insertion du pétiole au fond du sinus que présente la base du limbe. La crête des feuilles du *Sarracenia* ne nous paraît être qu'une exagération de cette même partie; et si elle a une direction verticale, ce n'est qu'une conséquence de l'extrême profondeur que prend le limbe démesurément pelté de la feuille des *Sarracenia*. »

ZOOLOGIE HISTORIQUE. — *Sur les animaux employés par les anciens Égyptiens à la chasse et à la guerre* (deuxième Note); *par* **M. Fr. Lenormant.**

« Le chacal, qui paraît être la source d'une partie au moins de nos races de chiens, s'apprivoise aisément. On en rencontre encore aujourd'hui quelquefois chez les habitants de la Syrie, de l'Égypte et du nord de l'Afrique des individus qui, pris dans leur jeunesse, ont reçu une éducation domestique et sont, au même état que des chiens, les familiers de la maison. Il en était de même dans l'antique Égypte. Les tombes de l'Ancien Empire montrent à plusieurs reprises un chacal apprivoisé remplaçant le chien auprès du défunt ou se mêlant à ses chiens. Dans un des hypogées de Béni-Hassan (XIIe dynastie), un chacal ainsi dressé prend même part à la chasse. Mais ce sont toujours des exceptions, des faits d'élève individuelle, comme

ceux que l'on observe de nos jours, et rien ne permet de supposer que, chez les anciens Égyptiens, le chacal, conservant ses traits caractéristiques d'espèce sauvage, ait été tenu habituellement dans un état de domesticité ou de semi-domesticité, et ait compté parmi les auxiliaires accoutumés des chasseurs.

» En revanche, une scène du beau tombeau de Ptah-hotep à Saqqarah (Ve dynastie), publiée par M. Duemichen (*Resultate der Archæologisch-Photographischen Expedition*, première partie, *Pl.* IX), qui représente les valets de vénerie de la domesticité du défunt rentrant avec leur gibier, montre leur chef (qu'accompagne son nom propre, *Noum-hotep*) tenant en laisse à la fois, couplés et prêts à être lancés sur la piste, quatre lévriers et deux animaux du genre *Canis*, au port rapproché de celui de l'hyène, dans lesquels M. Hartmann (même ouvrage, p. 28) a reconnu, avec toute raison suivant nous, le chien hyénoïde (*Canis pictus*, Desmar.), le *kelb-el-sémech* des Arabes, le *simir* de l'Abyssinie. Cette représentation n'est pas isolée, car nous voyons encore des individus de la même espèce, tenus en laisse dans les bas-reliefs d'autres tombeaux de Saqqarah, dans ceux de *Noub-hotep* (IVe dynastie) (Lepsius, *Denkmæler*, abth. II, bl. 14), de *Ra-n-kéou* (IVe dynastie) (*Ibid.*, abth. II, bl. 15), et de *Aseskef-ankh* (Ve dynastie) (*Ibid.*, abth. II, bl. 50). Les Égyptiens de l'Ancien Empire élevaient donc habituellement le chien hyénoïde pour l'employer au service de leurs chasses, et ils avaient su tirer parti des instincts et des aptitudes naturelles de cet animal. En effet, les voyageurs disent tous que le chien hyénoïde, à l'état de liberté, « se livre avec ardeur à la chasse des gazelles et des antilopes. » Dans ce cas, ajoutent-ils, plusieurs chiens hyénoïdes se réunissent en » meute et poursuivent leur gibier avec autant d'ordre et de persévérance » que nos meilleurs chiens-courants, et en plein jour. » Un peuple aussi observateur des mœurs des animaux et aussi habile à les plier au service que les Égyptiens, surtout ceux des époques primitives, ne pouvait manquer d'utiliser à son profit un instinct aussi remarquable chez un des animaux qui habitaient alors la zone déserte dans laquelle les terres cultivées de la vallée du Nil sont enserrées des deux côtés.

» Il n'est pas douteux en effet que les Égyptiens de l'Ancien Empire, à cette époque où leur civilisation devançait tellement celle des autres peuples et en même temps se répandait encore très-peu au dehors, où ils ne pensaient pas à entreprendre de conquêtes extérieures et où ils ne remontaient même pas sur les rives de leur fleuve plus haut que la deuxième cataracte, il n'est pas douteux, dis-je, qu'ils trouvaient le chien hyénoïde à l'état sau-

vage dans leurs environs immédiats et que c'est là qu'ils l'avaient pris pour en faire un de leurs serviteurs. Ainsi le même tombeau de *Ptah-hotep* qui nous montre le chien hyénoïde domestiqué et tenu en laisse par le veneur, le représente sur sa paroi opposée (Duemichen, *Resultate*, première partie, *Pl.* VIII) sauvage, vivant dans le désert au milieu des antilopes, et attaqué par les lévriers au milieu d'une de ces chasses qu'alors on ne menait pas encore bien loin. Après ces temps si reculés, ni sous le Moyen, ni sous le Nouvel Empire, on ne voit plus le même animal, même à l'état sauvage, figurer dans les scènes de chasse. Il avait probablement dès lors disparu dans le voisinage de l'Égypte, dans le rayon habituel des exploits de vénerie des grands personnages de l'empire des Pharaons. A l'époque romaine, Pomponius Méla (III, 9) et Solin (30), qui le décrivent très-exactement sous le nom de *lycaon*, le connaissent seulement dans l'Éthiopie de Méroé. Aujourd'hui on ne commence à rencontrer le chien hyénoïde qu'en Abyssinie, et de là il s'étend jusqu'au Cap. Comme beaucoup d'autres espèces africaines, il a reculé graduellement vers le sud.

» Le chien hyénoïde était si complétement domestiqué chez les Égyptiens de l'Ancien Empire qu'il se reproduisait dans la domesticité. Au tombeau de *Ptah-hotep*, un des deux animaux de cette espèce couplés pour la chasse est accompagné de son petit, comme un des lévriers que le même homme tient en laisse. C'est du reste un des animaux dont la présence à l'état domestique est exclusivement propre à la civilisation des dynasties primitives et disparaît plus tard, déjà même avant l'invasion des Pasteurs. Car dès la XIIe dynastie, quand le grand chien-courant commence à être employé dans les chasses égyptiennes, le chien hyénoïde cesse absolument d'y jouer un rôle. Il semble que l'introduction de la nouvelle variété de chien, sans doute préférée des veneurs, ait fait abandonner alors une élève qui présentait peut-être des difficultés plus grandes, à cause du caractère rebelle et sauvage du *Canis pictus.* »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.